

Requested Patent: SU1046734A1

Title:

BENCH MARK AND METHOD OF COINSIDING MASK AND BASE PATTERNS ;

Abstracted Patent: SU1046734 ;

Publication Date: 1983-10-07 ;

Inventor(s):

GREVTSEV NIKOLAJ V; GRITSENKO ANATOLIJ L; SAZHNEV SERGEJ V ;

Applicant(s):

GREVTSEV NIKOLAJ V;; GRITSENKO ANATOLIJ L;; SAZHNEV SERGEJ V ;

Application Number: SU19823446083 19820528 ;

Priority Number(s): SU19823446083 19820528 ;

IPC Classification: ;

Equivalents: ;

ABSTRACT:



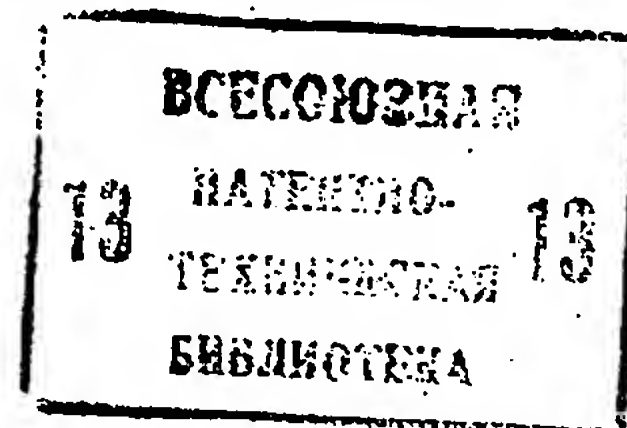
СОЮЗ СОВЕТСКИХ  
СОЦИАЛИСТИЧЕСКИХ  
РЕСПУБЛИК

(19) **SU** (11) **1046734** **A**

3(51) G 03 F 9/00

ГОСУДАРСТВЕННЫЙ КОМИТЕТ СССР  
ПО ДЕЛАМ ИЗОБРЕТЕНИЙ И ОТКРЫТИЙ

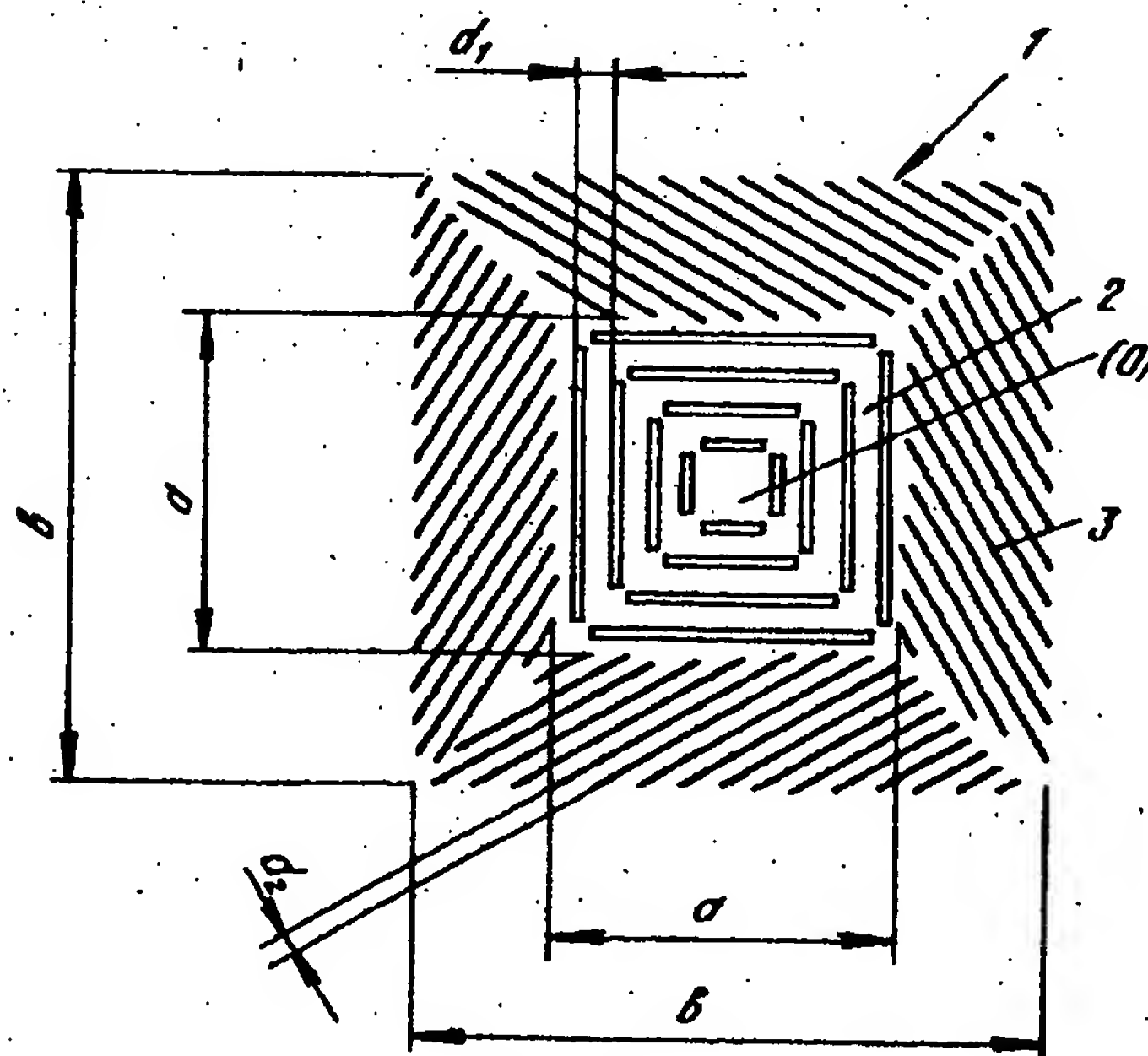
# ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ И АВТОРСКОМУ СВИДЕТЕЛЬСТВУ



- (21) 3446083/18-21  
(22) 28.05.82  
(46) 07.10.83. Бюл. № 37  
(72) Н.В. Гревцев, А.Л. Гриценко  
и С.В. Сажнев  
(53) 621.382.002(088.8)  
(56) 1. Цветков Ю.Б. Реперные знаки для автоматического совмещения при фотолитографии. Электронная техника. Сер. Полупроводниковые приборы, вып. 5 (131), 1979, с. 21-23.  
2. Патент ФРГ № 2819400, кл. G 01 D 5/26, 1978.  
(54) РЕПЕРНЫЙ ЗНАК И СПОСОБ СОВМЕЩЕНИЯ РИСУНКА МАСКИ С РИСУНКОМ ПОДЛОЖКИ  
(57) 1. Реперный знак, содержащий выполненные на маске и подложке дифракционные решетки, о т л и -

ч а ю щ и й с я тем, что, с целью повышения точности и производительности процесса совмещения, дифракционные решетки размещены в виде квадрата на подложке и квадрата меньшего размера на маске, разделенных диагоналями на сектора, каждый из которых содержит центральный и периферийный участки, причем центральные участки на подложке и маске идентичны и содержат дифракционные решетки, параллельные соответствующим сторонам квадратов, а периферийные участки содержат попарно непараллельные между собой и непараллельные сторонам квадратов дифракционные решетки, период которых меньше периода дифракционных решеток в центральных участках.

*ASML*



Фиг. 1

(19) **SU** (11) **1046734** **A**

2. Способ совмещения рисунка маски с рисунком подложки, включающий освещение реперного знака когерентным излучением, грубую и точную ориентацию подложки относительно маски, причем точную ориентацию подложки относительно маски проводят путем измерения и выравнивания интенсивностей симметричных дифракционных максимумов излучения, дифрагируемого на дифракционных решетках реперного знака, отличающийся тем, что, с целью повышения точности и производительности процесса, грубую ориентацию осуществляют путем измерения и выравнивания интенсивностей излучения,

дифрагируемого на непокрытых зонах периферийных участков, расположенных на подложке, при этом маске сообщают вынужденные колебания в диагональном направлении с амплитудой, меньшей половины периода дифракционных решеток центральных участков, а точную ориентацию проводят в два этапа, причем на первом этапе ориентацию осуществляют по дифракционным решеткам центральных участков, а на втором этапе - по перекрытым областям дифракционных решеток на периферийных участках путем выравнивания интенсивностей максимумов одного и того же порядка от всех участков.

Изобретение относится к производству интегральных схем и полупроводниковых приборов, а именно к технологии фото- и рентгенолитографии, и может быть использовано при проведении операций совмещения рисунка маски с рисунком интегральной схемы на подложке.

Известен реперный знак, содержащий выполненные на маске и подложке фигуры в виде прямоугольных полосок.

Известен также способ совмещения рисунка маски с рисунком подложки, основанный на измерении с помощью фотоэлектрического микроскопа расстояния между фотометрическими осями фигур реперного знака на маске и подложке и приведении его к заданной величине перемещением подложки относительно маски [1].

Недостаток указанных реперного знака и способа совмещения с помощью фотоэлектрического микроскопа заключается в низкой точности совмещения, обусловленной уходом фотометрических осей и изменением контрастности реперных знаков в процессе технологической обработки подложки.

Наиболее близким к предлагаемому являются реперный знак, содержащий выполненные на маске и подложке идентичные дифракционные решетки, а также способ, основанный на применении данного знака и включающий освещение реперного знака когерентным излучением, грубую и точную ориентацию подложки относительно маски, при этом грубую ориентацию осуществляют визуально с помощью микроскопа, а точную ориентацию прово-

дят путем измерения и выравнивания интенсивностей излучения, дифрагируемого на дифракционных решетках реперного знака [2].

Известные реперный знак и способ обеспечивают возможность совмещения рисунка маски с рисунком подложки с очень высокой точностью. Однако необходимо проводить грубую ориентацию маски и подложки с погрешностью менее половины периода дифракционных решеток знака. Эта операция трудно поддается автоматизации, предполагает использование дополнительных реперных знаков и систем совмещения, что усложняет процесс и снижает его точность и производительность.

Цель изобретения - повышение точности и производительности процесса совмещения.

Указанная цель достигается тем, что в реперном знаке, содержащем выполненные на маске и подложке дифракционные решетки, дифракционные решетки размещены в виде квадрата на подложке и квадрата меньшего размера на маске, разделенных диагоналями на сектора, каждый из которых содержит центральный и периферийный участки, причем центральные участки на подложке и маске идентичны и содержат дифракционные решетки, параллельные соответствующим сторонам квадратов, а периферийные участки содержат попарно непараллельные между собой и непараллельные сторонам квадратов дифракционные решетки, период которых меньше периода дифракционных решеток в центральных участках.

Указанная цель достигается также тем, что согласно способу совмещения рисунка маски с рисунком подложки, включающему освещение реперного знака когерентным излучением, грубую и точную ориентацию подложки относительно маски, причем точную ориентацию подложки относительно маски проводят путем измерения и выравнивания интенсивностей симметричных дифракционных максимумов излучения, дифрагируемого на дифракционных решетках реперного знака, грубую ориентацию осуществляют путем измерения и выравнивания интенсивностей излучения, дифрагируемого на неперекрытых зонах периферийных участков, расположенных на подложке, при этом маске сообщают вынужденные колебания в диагональном направлении с амплитудой, меньшей половины периода дифракционных решеток центральных участков, а точную ориентацию проводят в два этапа, причем на первом этапе ориентацию осуществляют по дифракционным решеткам центральных участков, а на втором этапе — по перекрытым областям дифракционных решеток на периферийных участках путем выравнивания интенсивностей максимумов одного и того же порядка от всех участков.

На фиг. 1 приведен реперный знак совмещения; на фиг. 2 — схема, поясняющая процесс совмещения; на фиг. 3 — изменение сигналов от неперекрытых зон периферийных участков в процессе совмещения; на фиг. 4 — то же, от перекрытых зон периферийных участков; на фиг. 5 — суммарный сигнал; на фиг. 6 — схема устройства совмещения; на фиг. 7 — вид А на фиг. 6; на фиг. 8 — вид Б на фиг. 6.

Реперный знак совмещения представляет собой образованный совокупностью дифракционных решеток квадрат 1 (фиг. 1), разделенный по диагоналям на четыре сектора, каждый из которых состоит из центрального 2 и периферийного 3 участков (зон). Дифракционные решетки центральных участков 2 расположены симметрично относительно центра (0) реперного знака, взаимно перпендикулярны и параллельны сторонам квадрата 1 и имеют одинаковый период  $d_1$ . Дифракционные решетки периферийных участков имеют период  $d_2$  меньший периода  $d_1$ , и расположены таким образом, что они не параллельны друг другу и решеткам в зонах 2. Размер  $a$  центральных участков на подложке и маске одинаков, а размер  $b$  периферийных участков на маске меньше этого размера на подложке.

Так как дифракция излучения происходит в плоскости, перпендикуляр-

ной линиям дифракционных решеток, то при наложении маски и подложки и освещении реперного знака когерентным излучением возникает дифракционная картина, особенностью которой является пространственное разделение лучей, дифрагированных на периферийных участках знака, и лучей, дифрагированных на взаимно перпендикулярных решетках центральных участков. Измеряя и сравнивая интенсивность симметричных дифракционных максимумов излучения, получают информацию о величине рассовмещения центров реперного знака по координатам  $X$ ,  $Y$  и углу  $\psi$ . При этом один и тот же знак используется как для грубого, так и для точного совмещения.

Процесс совмещения выполняют следующим образом.

На подложке и маске на базовом расстоянии (фиг. 2) формируют два одинаковых реперных знака 4 и 5. Знак 4 предназначен для совмещения рисунков маски и подложки по координатам  $X$  и  $Y$ , а знак 5 — для совмещения по углу  $\psi$ . Далее накладывают маску на подложку таким образом, чтобы квадраты реперных знаков частично перекрывались, и освещают их когерентным излучением, например лазерным лучом. Затем проводят собственно процесс совмещения путем грубой и точной ориентации маски и подложки.

Процесс грубой ориентации осуществляют по принципу сравнения площадей периферийных участков 3 на подложке, неперекрытых квадратом маски. Поскольку интенсивность дифрагированного излучения пропорциональна освещаемой световым пучком площади этой решетки, то величину смещения  $\Delta X$ ,  $\Delta Y$ ,  $\Delta \psi$  центров квадратов на маске ( $0_1$ ) и подложке ( $0_2$ ) можно определить, измеряя фотоприемниками и сравнивая интенсивность излучения, дифрагированного на периферийных участках 3 в секторах знаков 4 и 5. Разностью сигналов фотоприемников 6 и 7 определяют величину и знак смещения  $X$ , фотоприемников 8 и 9 — величину и знак  $Y$  и фотоприемников 10 и 11 — величину и знак углового смещения  $\psi$  (фиг. 2). Фотоприемники эти установлены так, что регистрируют интенсивность симметричных максимумов дифракции, например (+1, -1). Полученные с фотоприемников разностные сигналы используют для управления приводами, осуществляющими перемещение маски относительно подложки, пока эти сигналы не станут равными нулю.

При перемещении маски относительно подложки основной сигнал, снимаемый с фотоприемников 6-11, модули-



руется синусоидальным сигналом, обусловленным интерференцией лучей, дифрагированных перекрывающимися участками периферийных участков 3 знака на подложке и маске. Существенной особенностью использования реперного знака для предварительного совмещения является измерение разности сигналов фотоприемников при колебательном движении маски относительно подложки в направлении диагонали реперного знака с амплитудой, равной половине периода  $d_1$  решеток центральной зоны 2 знака. Этим достигается усреднение снимаемых с фотоприемников 6-11 сигналов и устраняется влияние на результаты измерений вышеуказанной модуляции сигнала.

На фиг. 3-5 показаны изменения сигналов на фотоприемниках 6 и 7 в процессе совмещения по координате X. Аналогичные изменения сигналов происходят и на фотоприемниках 8, 9 и 10, 11 для координат Y и  $\varphi$ .

В начальный момент времени составляющая  $J_1$  (фиг. 3) сигнала на фотоприемнике 6, обусловленная излучением, дифрагированным на неперекрываемой зоне решеток периферийного участка подложки, имеет максимальное значение. Составляющая  $J_2$  сигнала на фотоприемнике 7 имеет нулевое значение, так как периферийный участок подложки для этого фотоприемника полностью перекрыт знаком маски. При перемещении маски относительно подложки в направлении уменьшения величины  $\Delta X$  сигнал  $J_1$  на фотоприемнике 6 уменьшается, а сигнал  $J_2$  на фотоприемнике 7 увеличивается. Составляющие на обоих фотоприемниках будут равны при  $\Delta X = 0$ .

При перемещении маски относительно подложки происходит также интерференция лучей, дифрагированных на перекрывающихся зонах периферийных участков на маске и подложке, которая приводит к модуляции основных сигналов  $J_1$  и  $J_2$  на фотоприемниках 6 и 7 сигналами  $J_3$  и  $J_4$  (фиг. 4) синусоидальной формы с периодом, равным периоду  $d_2$  решеток периферийных зон. Изменение суммарных сигналов  $J_5$  и  $J_6$  на фотоприемнике 6 и 7 при изменении величины  $\Delta X$  показано на фиг. 5.

При колебаниях подложки относительно маски сигнал модулируется во времени непрерывно. Благодаря этому возможно проведение совмещения по средним значениям сигналов  $J_5$  и  $J_6$ . Процесс грубой ориентации прекращают, когда  $J_5$  будет равно  $J_6$ . При этом максимальная погрешность совмещения равна амплитуде вынужденных колебаний маски относительно подложки, т.е. величине  $d/2$ . Ана-

логичным образом проводят предварительное совмещение по координатам Y и  $\varphi$ . После завершения грубой ориентации вынужденные колебания прекращают и проводят первый этап точной ориентации по сигналам фотоприемников 12 и 13 (координата Y), фотоприемников 14 и 15 (координата X) и фотоприемников 16 и 17 (координата  $\varphi$ ). Каждой парой этих фотоприемников измеряют интенсивность излучения, дифрагированного на решетках центральных участков 2 на маске и подложке в симметричных порядках. При наличии рассовмещения  $\Delta X$ ,  $\Delta Y$ ,  $\Delta \varphi$  интенсивность излучения, дифрагированного решетками центральных зон знака в симметричных порядках, неодинакова и разностный сигнал, снимаемый с фотоприемников 12 и 13, 14 и 15, 16 и 17 не равен нулю. Используя этот разностный сигнал, осуществляют управление приводами и перемещают маску относительно подложки в направлении уменьшения сигнала, пока он не достигнет минимального значения.

Используемый принцип совмещения обеспечивает возможность совмещения реперных знаков с погрешностью лучше 0,1 периода  $d_1$  решеток центральных зон. Период  $d_2$  решеток периферийных зон знака выбирают таким, чтобы после первого этапа точной ориентации эти решетки на маске и подложке были совмещены с погрешностью не хуже  $d/2$ . После выполнения этого условия приступают к второму этапу точной ориентации. Этот этап проводят аналогично первому с той разницей, что для получения информации о величинах  $\Delta X$ ,  $\Delta Y$ ,  $\Delta \varphi$  используют периферийные участки. Так как период этих решеток  $d_2$  меньше периода  $d_1$  решеток центральных зон, достигается более высокая точность совмещения. В качестве приемников излучения на этом этапе применяют те же приемники, что и при грубой ориентации: 6 и 7 (координата X), 8 и 9 (координата Y), 10 и 11 (координата  $\varphi$ ). Это возможно потому, что приемники установлены в симметричных максимумах дифракции.

Разностные сигналы, снимаемые с этих фотоприемников, используют для управления приводами маски и уменьшают величины  $\Delta X$ ,  $\Delta Y$ ,  $\Delta \varphi$  до минимальных значений.

**Пример.** В качестве маски используют стеклянный хромированный фотосаблон со слоем хрома толщиной 0,1 мм. Реперный знак на маске имеет размеры 0,7x0,7 мм. Центральный участок знака 0,36x0,36 мм. Период решеток центральных участков 12 мкм, а периферийных участков 5 мкм. Отношение ширины линий ре-

шеток к периоду для всех решеток выбирают равным 1:4.

В качестве подложки используют кремниевую пластину. Реперный знак на подложке выполняют путем травления в кремнии линий решетки на глубину 0,1-0,2 мкм. Реперный знак имеет размеры 0,8x0,8 мм. Базовое расстояние между реперными знаками выбирают равным 56 мм. Зазор между маской и подложкой в процессе совмещения поддерживают постоянным и равным 5 мкм. Совмещение проводят с помощью специального устройства (фиг. 4), устанавливаемого на серийную установку ЭМ-526.

Устройство состоит из лазера 18, в качестве которого используют лазер ЛГ-76-2 с длиной волны излучения 0,6328 мкм мощностью 10 Вт, модулятора 19, зеркала 20, телескопического устройства 21 для расширения лазерного пучка, зеркала 22, светоделительного кубика 23, зеркала 24, зеркал 25 и 26 с отверстиями для прохождения лазерного луча, кронштейна 27 для размещения фотоприемников 6, 7, 8, 9, 12, 13, 14 и 15 и кронштейна 28 для размещения фотоприемников 10, 11, 16 и 17, пьезопривода 29 для вибрации маски 30 относительно подложки 31. В качестве фотоприемников используют фотодиоды ФД-11К.

Устройство работает следующим образом.

Луч лазера 18 прерывается модулятором 19 с частотой 800 Гц, расширяется устройством 21 до диаметра 1,5 мм, делится кубиком 23 на два равных потока, которые через отверстия в зеркалах 25 и 26 освещают

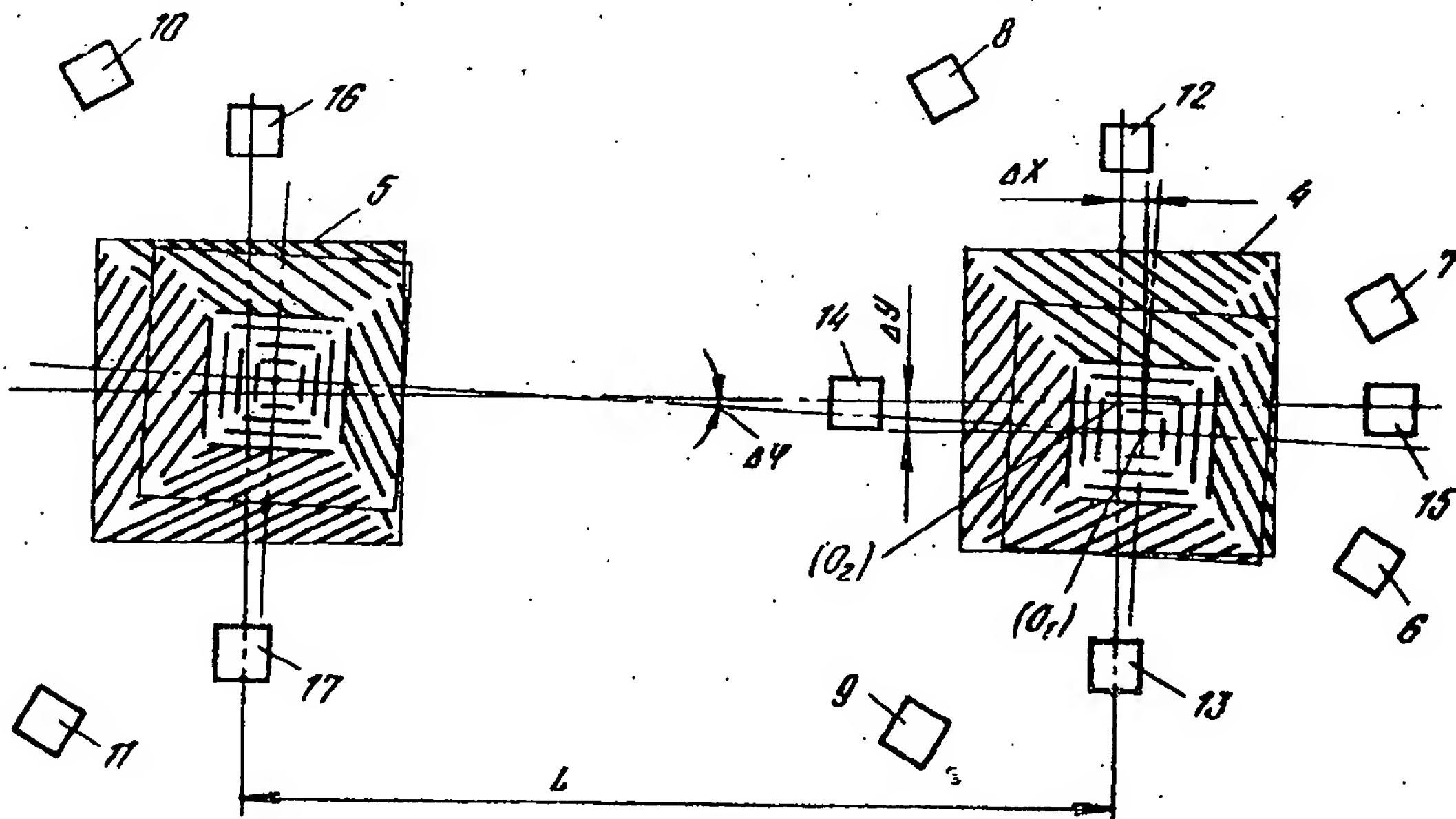
реперные знаки на маске 30 и подложке 31.

Дифрагированные решетками знаков лазерные лучи отражаются зеркалами 25 и 26 на фотоприемники 6-17, расположенные таким образом, что обеспечивают измерение интенсивности излучения во вторых порядках дифракции. Пьезопривод 29 осуществляет вибрацию маски 30 относительно пластины 32 на этапе предварительного совмещения. В качестве пьезопривода в устройстве для совмещения применен пьезокерамический столбик, обеспечивающий амплитуду вибрации 5 мкм при частоте 10 Гц.

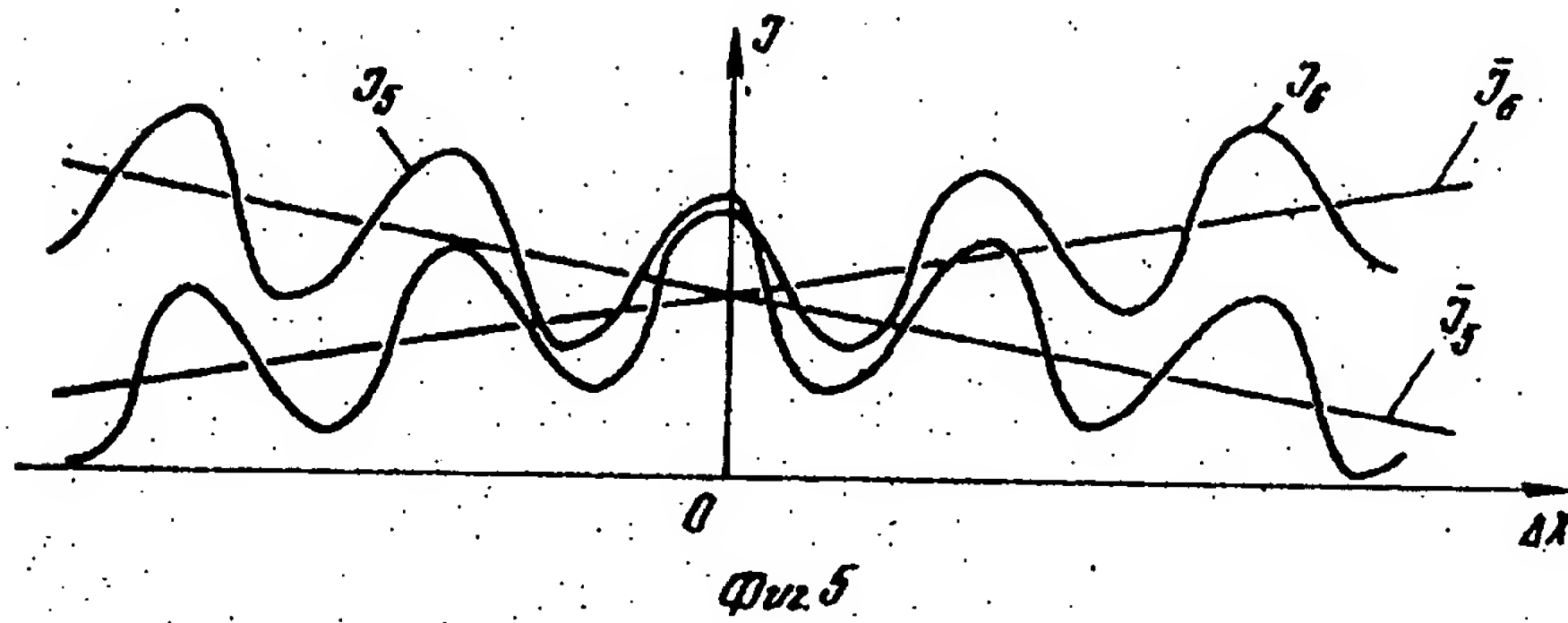
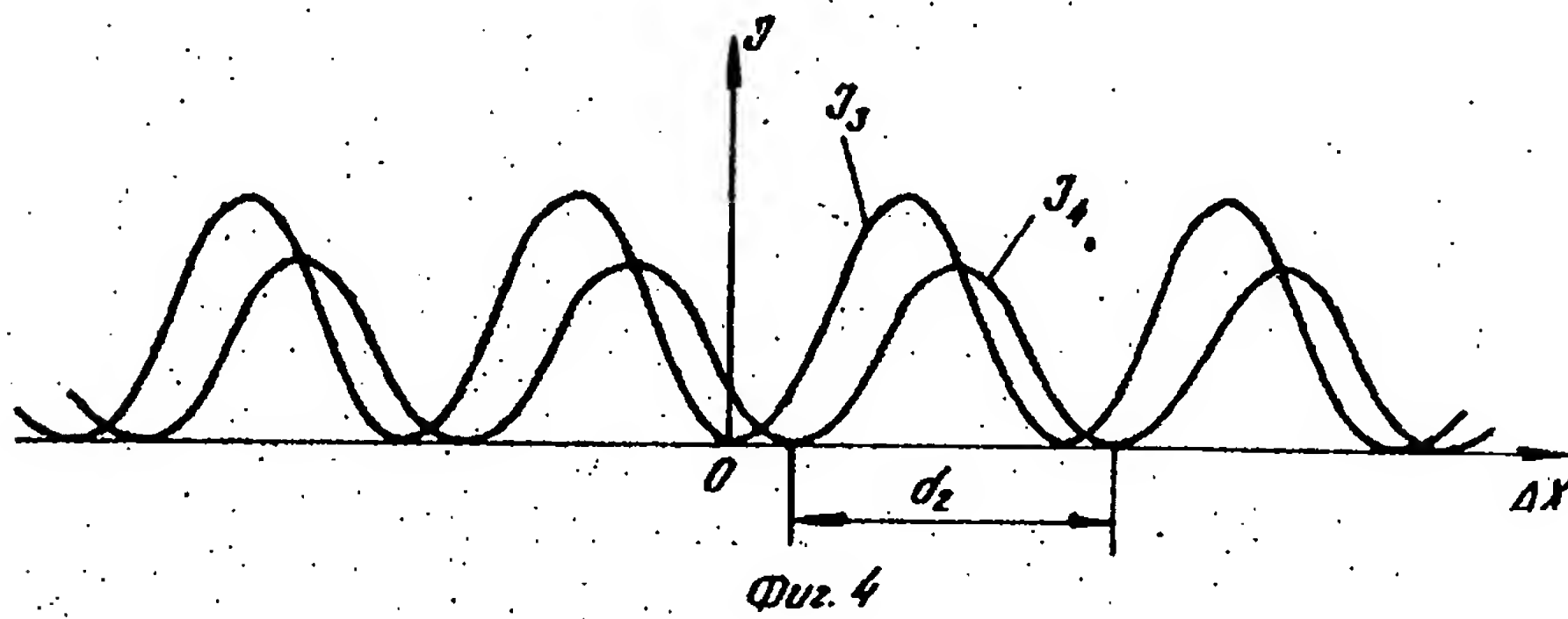
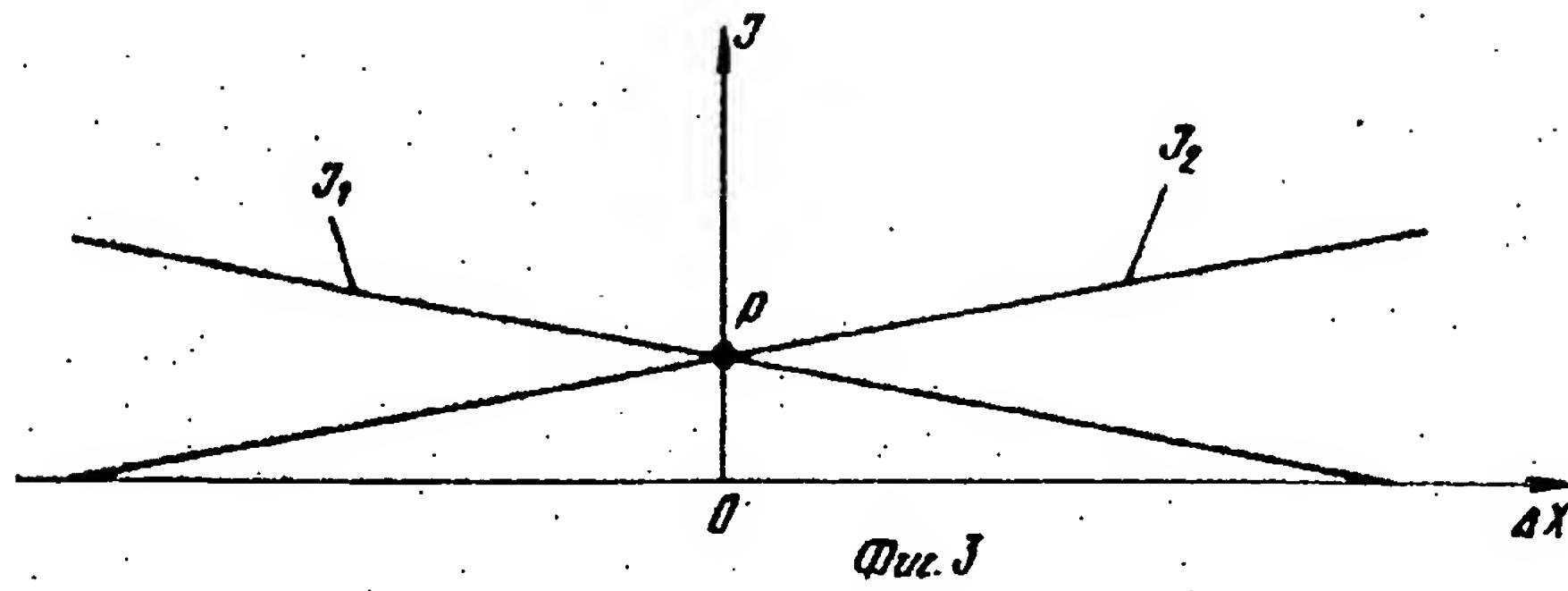
Разностный сигнал от каждой пары фотоприемников регистрируется микровольтметром В2-11. Контроль за воспроизводимостью процесса совмещения производится с помощью микрокалора ГОСТ 6933-72 с ценой деления 0,1 мкм и по показаниям микровольтметра.

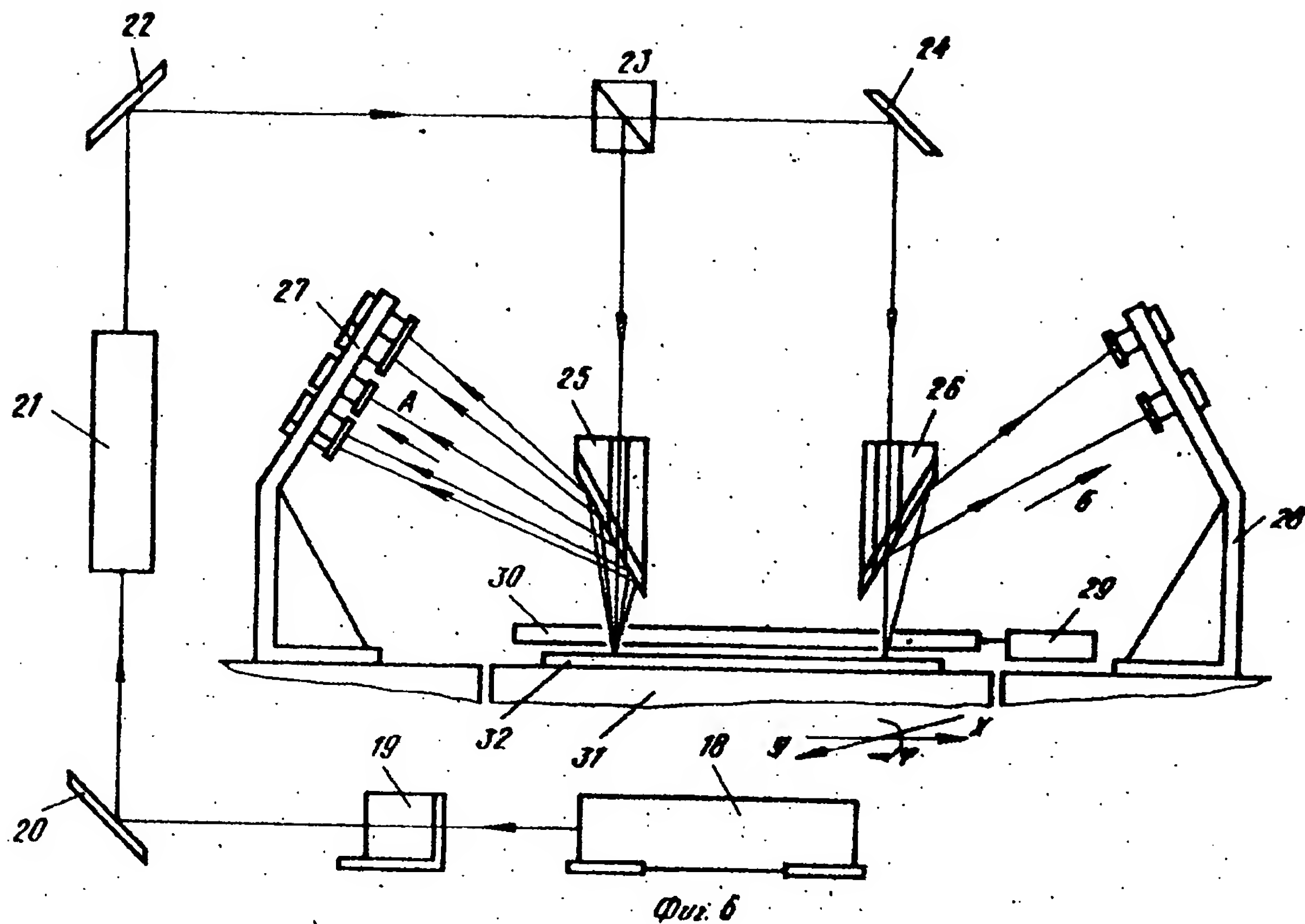
Проведенные эксперименты показывают, что предлагаемые реперный знак и способ совмещения рисунка маски и подложки обеспечивают возможность совмещения с точностью не хуже 0,1 мкм. При этом грубое совмещение при использовании описанного в примере реализации реперного знака возможно при начальном рассовмещении центров знака до 0,2 мм.

Таким образом, использование изобретения позволяет на базе имеющихся установок полностью автоматизировать процесс совмещения, повысить его производительность, а также существенно повысить точность совмещения (до 0,1 мкм). При этом обеспечивается высокая надежность функционирования оборудования.

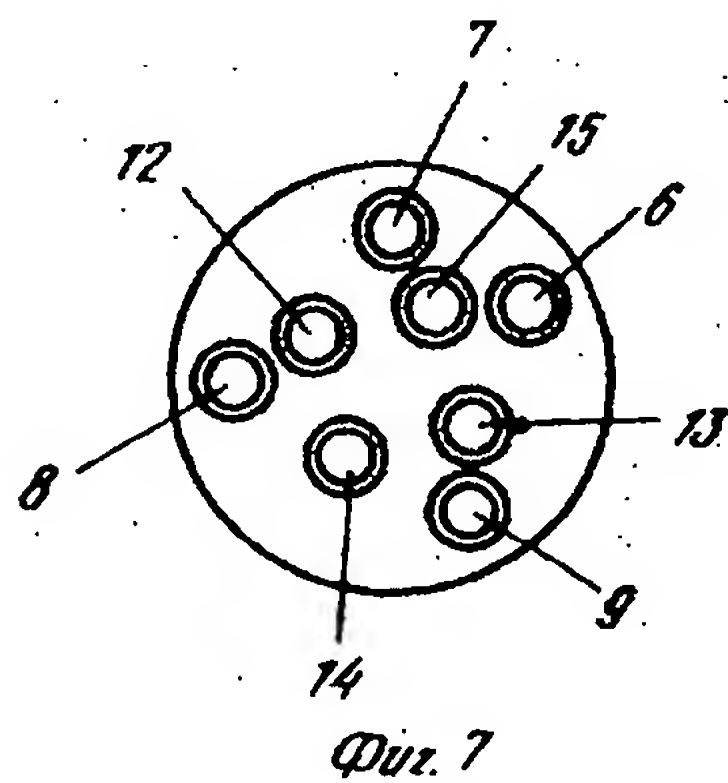


Фиг. 2

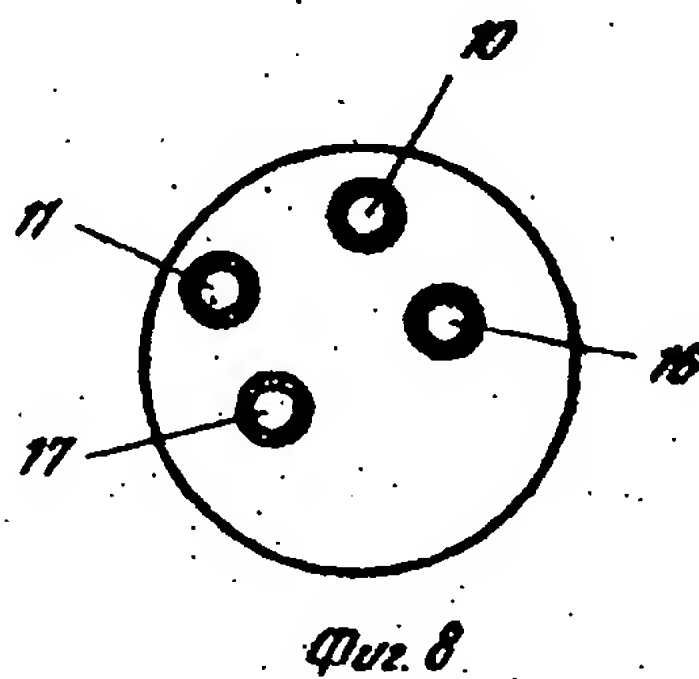




Вид А



Вид Б



Составитель В. Рубцов  
 Редактор А. Лежнина Техред С. Мигунова Корректор С. Шекмар  
 Заказ 7727/46 Тираж 473 Подписное  
 ВНИИПИ Государственного комитета СССР  
 по делам изобретений и открытий  
 113035, Москва, Ж-35, Раушская наб., д. 4/5  
 Филиал ППП "Патент", г. Ужгород, ул. Проектная, 4